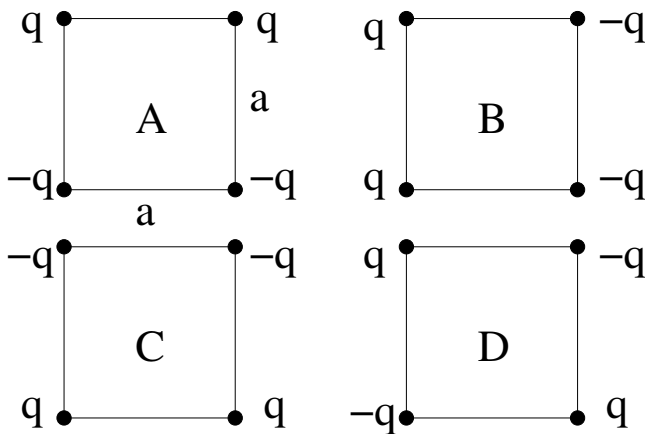


Det er i alt 25 deloppgaver som teller med lik vekt i vurderingen.



1) To positive og to negative punktladninger plasseres på ulike måter i hvert sitt hjørne av et kvadrat med sidekanter a . Sett $q = e$ (elementærladningen) og $a = 1.0 \text{ nm}$.

a. Beregn det elektriske feltet $\mathbf{E}$ (absoluttverdi og retning) midt på øverste sidekant av kvadrat A (dvs midt mellom de to positive punktladningene). Tegn figur.

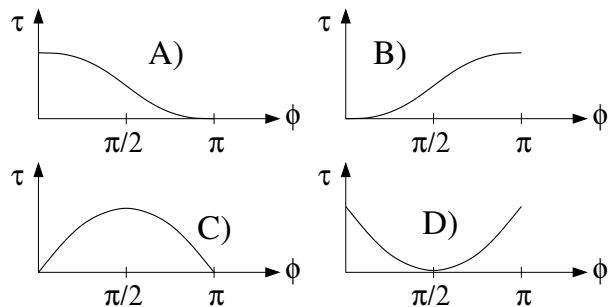
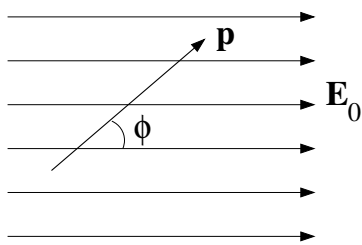
b. Beregn også det elektriske feltet $\mathbf{E}$ (absoluttverdi og retning) midt på øverste sidekant av kvadrat D (dvs midt mellom en positiv og en negativ punktladning). Tegn figur.

c. Beregn potensialet V midt på nederste sidekant av kvadrat C (dvs midt mellom de to positive punktladningene). Sett (som vanlig) $V = 0$ i uendelig avstand fra hver punktladning.

2) Et elektrisk potensial er gitt ved $V(x, y) = V_0 - E_0 \cdot (3x + 2y)$, med $V_0 = 25 \text{ V}$ og $E_0 = 25 \text{ V/m}$.

a. Bestem vinkelen mellom den positive x -aksen og det uniforme elektriske feltet $\mathbf{E}$.

b. Bestem den elektriske feltstyrken $E = |\mathbf{E}|$.



3) Figuren til venstre viser en elektrisk dipol med dipolmoment $\mathbf{p}$ i et uniformt ytre elektrisk felt $\mathbf{E}_0$. Dreiemomentet $\tau = |\boldsymbol{\tau}| = |\mathbf{p} \times \mathbf{E}_0|$ som virker på dipolen er illustrert i figur C) til høyre. Anta at dipolen er molekylet HCl, med dipolmoment $p = 1.080$ debye, bindingslengde $d = 1.275$ Å og atomære masser henholdsvis $1u$ og $35u$. Den elektriske feltstyrken er $E_0 = 4.00$ kV/m.

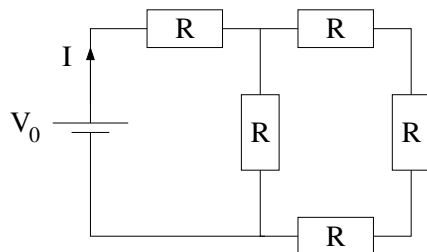
- Dersom molekylet beskrives som to punktladninger $\pm q$ i innbyrdes avstand d , hva er da q ?
- Hva er netto *kraft* på molekylet?
- Hva er maksimalt dreiemoment på molekylet?
- Anta at dipolen i utgangspunktet har en fast orientering med $\phi = \phi_0 = 1.0^\circ$. Dipolen slippes ved tidspunktet $t = 0$. Den vil da pendle fram og tilbake omkring likevektsorienteringen ($\phi = 0$) som en (tilnærmet) harmonisk oscillator,

$$\phi(t) = \phi_0 \cos \omega_0 t.$$

Bestem svingetiden (perioden) $T = 2\pi/\omega_0$.

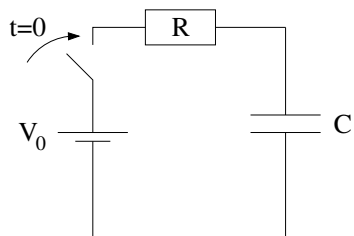
Tips: Newtons 2. lov for rotasjon (spinnssatsen): $\tau = I_0 \alpha$. Her er I_0 molekylets treghetsmoment om en akse gjennom massesenteret. For $|x| \ll 1$ er $\sin x \simeq x$.

Oppgitt: 1 debye = $3.33564 \cdot 10^{-30}$ Cm.



4) I kretsen til venstre er $R = 100 \Omega$ og $V_0 = 12.0$ V.

- Beregn kretsens totale motstand.
- Hvor mye elektrisk energi omdanner kretsen til varme i løpet av 3 uker?



5) En likespenningskilde $V_0 = 12.0$ V kobles til en seriekobling av en motstand $R = 100\ \Omega$ og en kapasitans $C = 100$ mF ved tidspunktet $t = 0$.

a. Ved hvilket tidspunkt er strømmen i kretsen redusert til 10% av maksimalverdien 0.12 A?

b. Hvor mye energi er lagret i kondensatoren når den er tilført maksimal ladning?

c. Hvor mye energi har da blitt omdannet til varme i motstanden?

6) Ioner med masse M og ladning Q som sendes i positiv x -retning, kommer inn i et område med et uniformt elektrisk felt som peker i positiv y -retning, med feltstyrke $E_0 = 80.0$ V/m, og et uniformt magnetfelt som peker i positiv z -retning, med feltstyrke $B_0 = 345$ mT. En smal spalte slipper bare gjennom de ionene som har passert området med krysset elektrisk og magnetisk felt uten å bli avbøyd.

a. Vis at ionene som slipper gjennom den smale spalten har hastighet ca 232 m/s.

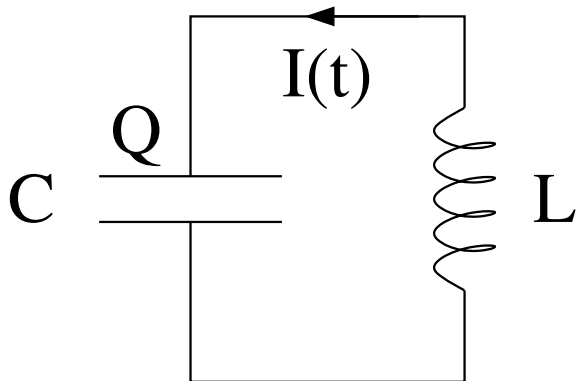
b. Disse ionene (med hastighet 232 m/s) kommer deretter inn i et område med et uniformt magnetfelt $\mathbf{B} = B_0 \hat{z}$ med samme feltstyrke B_0 som over. Utled et uttrykk for radien R i sirkelbanen som ionene vil følge i magnetfeltet, og bestem R for α -partikler, ${}^4\text{He}^{2+}$.

7) En (luftfylt) spole har 450 viklinger som omslutter et areal på 9.0 cm^2 . I spoletråden går det en elektrisk strøm på 3.3 A.

a. Bestem spolens magnetiske dipolmoment.

b. Bestem maksimalt dreiemoment på spolen når den er plassert i et homogent ytre magnetfelt med feltstyrke 0.95 T.

8) I landsbyen Serralunga i det nordvestlige Italia har jordmagnetfeltet følgende komponenter (i henhold til *World Magnetic Model*): $B_\perp = 41.52\ \mu\text{T}$ (vertikalt, ned), $B_N = 22.81\ \mu\text{T}$ (nordover), $B_E = 1.08\ \mu\text{T}$ (østover). Bestem den totale feltstyrken $B = |\mathbf{B}|$ og vinkelen mellom $\mathbf{B}$ og lodmlinjen (vertikalen).



9) Anta en ideell platekondensator med (kjent) uniformt elektrisk felt mellom platene ($E = \sigma/\epsilon_0$) og en ideell spole med (kjent) uniformt magnetfelt inni spolen ($B = \mu_0 nI$). Både kondensatoren og spolen er fylt med luft. Kondensatoren har plateareal A og avstand d mellom platene. Spolen har tverrsnitt A og lengde ℓ .

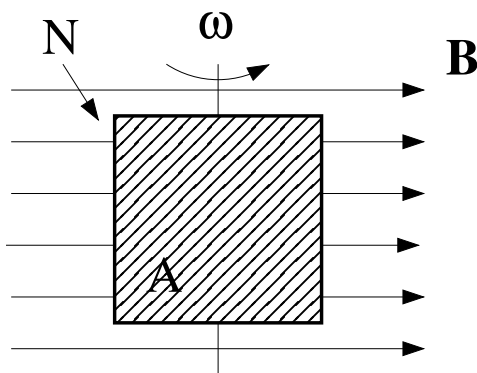
a. Utled uttrykket for kapasitansen C til en slik kondensator.

b. Utled uttrykket for induktansen L til en slik spole.

c. Vis at strømmen $I(t)$ i LC -kretsen til venstre svinger harmonisk med tiden og utled et uttrykk for perioden T .

10) En vekselspenningskilde med amplitude 2.5 V og frekvens 25 kHz er koblet til en kondensator med kapasitans 25 μF . Hva blir strømamplituden?

11) En vekselspenningskilde med amplitude 2.5 V og frekvens 25 kHz er koblet til en spole med induktans 25 mH. Hva blir strømamplituden?



12) En (luftfylt) spole med tverrsnitt $A = 625 \text{ cm}^2$ roterer med periode (omløpstid) $T = 25 \text{ ms}$ i et uniformt magnetfelt med feltstyrke $B = 0.40 \text{ T}$. Rotasjonsaksen står vinkelrett på magnetfeltets retning. Spolen har $N = 1300$ viklinger. Hva blir amplituden V_0 til den induserte vekselspenningen $V(t) = V_0 \cos \omega t$?